发酵中药渣对妊娠母猪繁殖性能、血浆生化参数和抗氧化指标的影响

黎智华[1,2] 李华伟[2] 张 婷[2] 印遇龙[2] 王德云[1] 孔祥峰[1,2,3*]

（1.南京农业大学，动物医学院，南京 210095；2.中国科学院亚热带农业生态研究所，湖南省畜禽健康养殖工程技术研究中心，农业部中南动物营养与饲料科学观测实验站，长沙 410125；3.湖南省植物功能成分利用协同创新中心，长沙 410128）

摘 要：本试验旨在研究发酵中药渣对妊娠母猪繁殖性能的影响，并通过测定血浆生化参数和抗氧化指标探讨其作用机制。试验选用 3～5 胎次、体况和预产期相近的长白×大白二元母猪 75 头，随机分为 3 组，每组 25 只，对照组饲喂基础饲粮，中药渣组和发酵中药渣组分别在基础饲粮中添加 1.5 kg/t 的中药渣和发酵中药渣。试验周期为整个妊娠期，统计返情、空怀和流产的母猪数，窝产仔数、产活仔数以及仔猪初生窝重和初生个体重。分别于母猪妊娠第 45 天、第 75 天和第 114 天（分娩当天），每组随机选取 8 头母猪，耳缘静脉采血，分离血浆，测定生化参数和抗氧化指标。结果表明：饲粮添加中药渣或发酵中药渣对母猪的繁殖性能无显著影响（P>0.05）。与对照组相比，妊娠第 114 天时，发酵中药渣组的血浆总蛋白（TP）含量显著升高（P>0.05），中药渣组和发酵中药渣组的血浆高密度脂蛋白-胆固醇（HDL-C）和低密度脂蛋白-胆固醇（LDL-C）含量显著升高（P<0.05）；妊娠第 45 天时，中药渣组和发酵中药渣组的血浆过氧化氢酶（CAT）活性显著升高（P<0.05），同时血浆碱性磷酸酶（ALP）活性显著降低（P<0.05）。综上所述，饲粮添加 1.5 kg/t 发酵中药渣不影响妊娠母猪的繁殖性能，但可在一定程度上改善机体代谢，增强抗氧化功能。

关键词：发酵中药渣；妊娠母猪；繁殖性能；生化参数；抗氧化指标

中图分类号：S816 文献标识码：A 文章编号：

抗生素饲料添加剂能够促进动物生长和降低幼龄动物死亡率，但其滥用会造成细菌耐药性产生和环境污染等问题。中药加工过程中产生大量的中药渣（Chinese herb residues，CHR），其中残留有丰富的营养物质[1]以及多糖、黄酮等生物活性物质[2]，若直接将其堆积或掩埋不仅会浪费中药资源，还会污染环境。利用微生物发酵处理中药渣，可破坏其细胞壁，降解纤维素等抗营养因子，并产生新的生物活性物质[3-4]。因此，利用发酵中药渣开发新型绿色饲

收稿日期：2016-12-20

基金项目：湖南省战略性新兴产业科技攻关项目（2014GK1007）；中央驻湘科研机构技术创新发展专项（2013TF3006）；中国工程院咨询研究项目（2015-XY-41）

作者简介：黎智华（1992-），女，四川仪陇人，硕士研究生，从事中草药饲料添加剂研究。E-mail: zhli92@126.com

*通信作者：孔祥峰，研究员，博士生导师，E-mail： nnkxf@isa.ac.cn

料添加剂对节约中药资源、促进畜牧业可持续发展和保护生态环境均具有重要意义。现有研究表明，金莲花药渣发酵物可提高小鼠的抗应激能力[5]；饲粮添加由黄芪、当归和益母草等组成的发酵中药渣可在一定程度上提高母猪的繁殖性能和仔猪的生长性能[6]；发酵五味子药渣能优化仔猪血液生理指标，提高仔猪免疫功能[7]；由山楂、陈皮和甘草等组成的发酵中药渣可在一定程度上提高断奶仔猪的生长性能和养分消化率[8]。母猪在妊娠期间胎盘会产生大量的活性氧，使机体产生氧化应激[9]，导致母猪流产、胎儿宫内发育迟缓和先兆子痫等[10]。中药渣和发酵中药渣在断奶仔猪方面的应用研究已有报道[11]，但其对妊娠母猪繁殖性能影响的研究较少。因此，本研究选取人参、杜仲、绞股蓝和熟地黄等的药渣按比例混合后进行微生物发酵，研究其对妊娠母猪繁殖性能的影响，并通过测定血浆生化参数和抗氧化指标探讨其作用机制，为发酵中药渣在妊娠母猪饲粮中的应用提供依据。

1　材料与方法

1.1　发酵中药渣的制备

试验选用水提后的中药渣，取黄芪药渣 3 kg、绞股蓝药渣 3 kg、杜仲叶药渣 4 kg、人参药渣 6 kg、熟地黄药渣 8 kg、地骨皮药渣 2 kg、麦冬药渣 2 kg、茯苓药渣 2 kg、杜仲药渣 2 kg 和甘草药渣 2 kg（均以干物质计），由湖南圣雅凯生物科技有限公司提供。将黄芪、绞股蓝、杜仲叶、地骨皮、杜仲和甘草的药渣混合后接种 6.0%芽孢杆菌（含枯草芽孢杆菌和地衣芽孢杆菌，活菌数≥4×10^9 CFU/g），置 30 ℃条件下发酵，待温度升至 50 ℃后，每天翻动 2 次，保温发酵 3 d；将人参、熟地黄、麦冬和茯苓的药渣加入 9 kg 麸皮与 9 kg 次粉后混合，接种 1.0%复合菌种（含酵母菌、丁酸梭菌和乳酸菌，活菌数≥2×10^9 CFU/g），置于 32～36 ℃条件下发酵 2 d。将 2 种中药渣发酵物混合后，再置于 32～36 ℃条件下发酵 2 d，减压真空干燥，粉碎后包装。经测定，中药渣和发酵中药渣中干物质、粗灰分、粗蛋白质、粗脂肪、总能和粗纤维的含量分别为 89.37%和 97.25%、9.42%和 13.16%、12.51%和 21.65%、5.95%和 0.11%、15.90 和 14.65 MJ/kg、9.84%和 3.90%。

1.2　试验动物、分组与饲养管理

动物饲养试验于 2015 年 6～10 月在中国科学院亚热带农业生态研究所新五丰永安试验基地进行。选用健康、预产期基本一致的 3～5 胎次长白×大白二元妊娠母猪 75 头，采用单因子完全随机设计分成 3 组，每组 25 头，单栏饲养。对照组饲喂基础饲粮，中药渣组饲喂在基础饲粮中添加 1.5 kg/t 中药渣的饲粮，发酵中药渣组饲喂在基础饲粮中添加 1.5 kg/t 发酵中药渣的饲粮。中药渣和发酵中药渣的添加量根据生产厂家的推荐剂量确定。试验周期为整个妊娠期。基础饲粮参照 NRC（2012）营养需要配制成粉料，妊娠前 90 天饲喂妊娠母猪

饲粮，妊娠第 90 天到分娩饲喂泌乳母猪饲粮，基础饲粮组成及营养水平见表 1。其他日常管理遵循猪场正常管理程序进行。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of basal diets (air-dry basis)　　%

项目 Items	妊娠母猪饲粮 Pregnant sows' diet	泌乳母猪饲粮 Lactating sows' diet
原料 Ingredients		
玉米 Corn	60.30	58.65
麦麸 Wheat bran	23.50	5.00
小麦粉 Wheat flour		2.00
豆油 Soybean oil		4.00
豆粕 Soybean meal	12.00	20.50
酶解蛋白粉 Enzymatic protein powder		3.00
进口鱼粉 Imported fish meal		2.50
赖氨酸 Lys	0.12	0.15
苏氨酸 Thr	0.03	0.05
缬氨酸 Val		0.10
防霉剂 Anti-mildew agent	0.05	0.05
妊娠母猪预混料 Pregnant sows' premix[1)]	4.00	
泌乳母猪预混料 Lactating sows' premix[2)]		4.00
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levles[3)]		
消化能 DE/(MJ/kg)	15.23	15.56
干物质 DM	98.00	97.74
粗脂肪 EE	5.16	6.02
粗纤维 CF	3.60	3.54
粗蛋白质 CP	14.17	19.78
粗灰分 Ash	5.61	5.95
赖氨酸 Lys	0.98	1.53

蛋氨酸 Met	0.12	0.16
苏氨酸 Thr	0.68	0.99

1)为每千克妊娠母猪饲粮提供 Provided the following per kilogram of pregnant sows' diet:VA 10 000 IU，VD 2 500 IU，VE 100 IU，VK 2 mg，VB_2 10 mg，VB_6 1 mg，VB_{12} 50 μg，氯化胆碱 choline chloride 1 500 mg，Fe 80 mg，Cu 20 mg，Zn 100 mg，Mn 45 mg，I 0.7 mg，Se 0.25 mg。

2)为每千克泌乳母猪饲粮提供 Provided the following per kilogram of lactating sows' diet:VA 15 000 IU，VD 3 200 IU，VE 50 IU，VK 4 mg，VB_1 4 mg，VB_2 10 mg，VB_6 3 mg，VB_{12} 20 μg，氯化胆碱 choline chloride 800 mg，Fe 120 mg，Cu 20 mg，Zn 112 mg，Mn 24 mg，I 0.5 mg，Se 0.4 mg。

3)消化能为计算值，其余为实测值。DE was a calculated value, while the others were measured values.

1.3 母猪繁殖性能测定

记录返情、空怀和流产的母猪数，窝产仔数、产活仔数以及仔猪初生窝重和初生个体重。

1.4 样品采集与分析

分别于母猪妊娠第 4 天 5、第 75 天和第 114 天（分娩当天），每组随机选 8 头母猪，耳缘静脉采血，肝素抗凝，4 000 r/min 离心 10 min，取上层血浆于-20 ℃保存。

采用全自动生化分析仪（美国 Beckman 公司）测定血浆中总蛋白（TP）、白蛋白（ALB）、甘油三酯（TG）、总胆固醇（TC）、高密度脂蛋白-胆固醇（HDL-C）和低密度脂蛋白-胆固醇（LDL-C）的含量以及碱性磷酸酶（ALP）的活性，上述血浆生化参数测定试剂盒购自深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司。采用南京建成生物工程研究所生产的试剂盒检测血浆中过氧化氢酶（CAT）和超氧化物歧化酶（SOD）的活性以及谷胱甘肽（GSH）的含量。

1.5 数据处理

试验数据用 SAS 9.2 软件进行方差分析。不同妊娠期同一饲粮和同一妊娠期不同饲粮组间的数据分别进行单因素方差分析，采用 Duncan 氏法进行多重比较，以"平均值±标准误"表示统计结果。P<0.05 为差异显著，P<0.10 为有变化趋势。

2 结果与分析

2.1 发酵中药渣对妊娠母猪繁殖性能的影响

由表 2 可知，在整个妊娠期间的返情、空怀和流产母猪数各组间均无显著差异（P>0.05），母猪的窝产仔数和产活仔数以及仔猪的初生窝重和初生个体重各组间也均无显著差异（P>0.05）。

表 2 发酵中药渣对妊娠母猪繁殖性能的影响

Table 2 Effects of fermented Chinese herb residues on reproductive performance of pregnant

sows (n=25)

项目 Items	对照组 Control group	中药渣组 CHR group	发酵中药渣组 Fermented CHR group
返情母猪头数 Estrus returning sow number	1	1	1
空怀母猪头数 Empty pregnant sow number	3	3	4
流产母猪头数 Abortion sow number	1	2	1
窝产仔数 Litter size	11.13±0.58	10.78±0.81	11.50±0.67
产活仔数 Alive litter size	10.75±0.45	10.33±0.97	10.83±0.95
初生窝重 Birth litter weight/kg	15.44±0.69	16.47±1.76	15.55±0.83
初生个体重 Birth individual weight/kg	1.45±0.07	1.58±0.08	1.47±0.08

同行数据肩标无字母表示差异不显著(P>0.05)。

Values in the same row with no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05).

2.2 发酵中药渣对妊娠母猪血浆生化参数的影响

由表 3 可知，妊娠第 45 天时，中药渣组血浆 TG 含量显著高于对照组和发酵中药渣组（P<0.05），中药渣组和发酵中药渣组血浆 ALP 活性显著低于对照组（P<0.05）；妊娠第 114 天时，发酵中药渣组血浆 TP 和 TC 含量以及中药渣组和发酵中药渣组血浆 HDL-C 和 LDL-C 含量均显著高于对照组（P<0.05）。与妊娠第 45 天时相比，妊娠第 114 天时中药渣组和发酵中药渣组血浆 ALB 含量以及发酵中药渣组血浆 ALP 活性均显著升高（P<0.05），中药渣组和对照组血浆 TP 含量显著降低（P<0.05）；妊娠第 114 天时对照组血浆 HDL-C 和 LDL-C 含量均显著低于妊娠第 45 天和第 75 天时（P<0.05）。

表 3 发酵中药渣对妊娠母猪血浆生化参数的影响

Table 3 Effects of fermented Chinese herb residues on plasma biochemical parameters of pregnant sows (n=8)

项目 Items	妊娠时间 Pregnancy time	对照组 Control group	中药渣组 CHR group	发酵中药渣组 Fermented CHR group
白蛋白	第 45 天 Day 45	30.58±0.56	29.6±0.51^{B}	29.02±0.52^{B}
ALB/(g/L)	第 75 天 Day 75	30.17±1.58	29.35±0.96^{B}	32.07±0.72^{A}
	第 114 天 Day 114	30.55±1.51	31.72±0.78^{A}	32.88±1.12^{A}
总蛋白	第 45 天 Day 45	71.03±0.66^{A}	71.63±1.43^{A}	72.08±1.31

TP/(g/L)	第 75 天 Day 75	75.13±2.25^{A}	69.57±1.23^{A}	69.02±2.59
	第 114 天 Day 114	59.87±2.10^{Bb}	63.23±0.57^{Bab}	67.02±1.04^{a}
碱性磷酸酶	第 45 天 Day 45	33.70±1.82^{a}	20.32±1.56^{b}	19.93±1.70^{Bb}
ALP/(U/L)	第 75 天 Day 75	31.07±5.47	27.83±7.61	25.77±1.37^{AB}
	第 114 天 Day 114	30.50±2.79	30.10±1.54	33.83±3.83^{A}
高密度脂蛋白-胆固醇	第 45 天 Day 45	0.52±0.02^{A}	0.50±0.02^{AB}	0.57±0.02
HDL-C/(mmol/L)	第 75 天 Day 75	0.51±0.04^{A}	0.46±0.01^{B}	0.50±0.02
	第 114 天 Day 114	0.41±0.02^{Bb}	0.58±0.05^{Aa}	0.65±0.04^{a}
低密度脂蛋白-胆固醇	第 45 天 Day 45	0.69±0.03^{A}	0.65±0.02	0.61±0.04
LDL-C/(mmol/L)	第 75 天 Day 75	0.74±0.07^{A}	0.62±0.04	0.66±0.03
	第 114 天 Day 114	0.50±0.04^{Bb}	0.68±0.05^{a}	0.68±0.03^{a}
总胆固醇	第 45 天 Day 45	1.43±0.05^{A}	1.39±0.02	1.40±0.06
TC/(mmol/L)	第 75 天 Day 75	1.47±0.13^{A}	1.29±0.03	1.40±0.03
	第 114 天 Day 114	1.12±0.04^{Bb}	1.35±0.08^{ab}	1.60±0.11^{a}
甘油三酯	第 45 天 Day 45	0.23±0.02^{b}	0.33±0.04^{a}	0.17±0.02^{Bb}
TG/(mmol/L)	第 75 天 Day 75	0.32±0.04	0.33±0.04	0.29±0.02^{A}
	第 114 天 Day 114	0.21±0.03	0.23±0.02	0.16±0.01^{B}

同列数据肩标不同大写字母表示同一组不同妊娠时间之间差异显著(P<0.05)，同行不同小写字母表示相同妊娠时间不同组之间差异显著（P<0.05）。下表同。

Values in the same column with different capital letter superscripts mean significant difference among different pregnancy time in the same group (P<0.05), and value in the same row with different small letter superscripts mean significant difference among different groups in the same pregnancy stage time (P<0.05). The same as below.

2.3 发酵中药渣对妊娠母猪血浆抗氧化指标的影响

由表 4 可知，与对照组相比，妊娠第 45 天时，发酵中药渣组血浆 GSH 含量有升高趋势（P=0.067），中药渣组和发酵中药渣组血浆 CAT 活性均显著升高（P<0.05）。与妊娠第 45 天时相比，妊娠第 75 天和第 114 天时中药渣组和发酵中药渣组血浆 GSH 含量以及发酵中药渣组血浆 CAT 活性均显著降低（P<0.05）。

表 4 发酵中药渣对妊娠母猪血浆抗氧化指标的影响

Table 4 Effects of fermented Chinese herb residues on plasma antioxidant indices of pregnant sows (n=8)

项目 Items	妊娠时间 Pregnancy time	对照组 Control group	中药渣组 CHR group	发酵中药渣组 Fermented CHR group
超氧化物歧化酶	第 45 天 Day 45	118.12±0.44	117.80±0.39^{AB}	118.97±0.58
SOD/(U/mL)	第 75 天 Day 75	117.87±0.34	117.02±0.26^{B}	118.78±0.92
	第 114 天 Day 114	118.98±0.23	118.61±0.24^{A}	118.68±0.35
谷胱甘肽	第 45 天 Day 45	13.83±1.54	16.99±1.60^{A}	21.72±3.23^{A}
GSH/(μmol/L)	第 75 天 Day 75	12.64±1.39	14.10±0.83^{AB}	11.86±0.98^{B}
	第 114 天 Day 114	15.37±2.50	11.85±1.43^{B}	10.08±0.48^{B}
过氧化氢酶	第 45 天 Day 45	16.16±3.92^{b}	51.19±6.36^{Aa}	41.63±7.07^{Aa}
CAT/(U/mL)	第 75 天 Day 75	24.15±6.00	27.82±5.82^{B}	18.48±3.12^{B}
	第 114 天 Day 114	9.31±1.75	8.54±1.37^{C}	18.77±6.41^{B}

3 讨 论

中兽医学理论认为，杜仲入肾经，补益气，保胎，其中的绿原酸具有抗氧化、抗菌和调节机体脂代谢和糖代谢的作用[12]，人参皂苷和绞股蓝皂苷可清除体内自由基、抑制机体过氧化损伤和抗炎[13-14]，熟地黄多糖能够抗氧化、增强免疫和调节血脂等[15]。此外，中药渣中残留的生物碱、多糖和挥发油等活性物质，可以改善机体的免疫功能[16]。基于上述中药的药理作用，本试验选取人参、杜仲、绞股蓝和熟地黄等中药渣组成复方，经微生物发酵后作为妊娠母猪的饲料添加剂。结果表明，饲粮添加中药渣和发酵中药渣不影响妊娠母猪的繁殖性能，这可能是由于其添加剂量偏低所致。中药渣和发酵中药渣的成本较低，上述结果提示，中药渣和发酵中药渣作为新型饲料添加剂具有一定的开发利用价值，其可以节约中药资源和保护环境。

血浆 TP 和 ALB 含量可反映机体对蛋白质的吸收、合成和分解代谢状况，同时也可反映机体的免疫状况[17]。本试验中，饲粮添加发酵中药渣后妊娠后期母猪血浆 TP 含量显著升高，提示发酵中药渣可在一定程度上促进妊娠后期母猪对蛋白质的消化和吸收。ALP 主要来自于成骨细胞，其活性在机体发生应激反应或组织损伤时升高[18]。本试验中，饲粮添加中药渣或发酵中药渣后妊娠早期母猪血浆 ALP 活性显著降低，推测其有助于维持母猪组织器官的正常功能；妊娠后期发酵中药渣组血浆 ALP 活性显著升高，可能是由于该时期胎儿

生长需要大量营养物质，母猪代谢活动增强，机体对氧的需求增加，产生过量的氧自由基[19]，从而对母体造成氧化应激损伤。在母猪妊娠后期，脂肪大量分解成甘油和不饱和脂肪酸，导致肝脏合成 TG 的底物增加[20]，且伴随着 HDL-C 和 LDL-C 含量的增加。本试验结果显示，饲粮添加中药渣和发酵中药渣后，妊娠后期母猪血浆 HDL-C、LDL-C 和 TC 的含量均显著升高，提示其脂代谢增强，从而为胎儿生长提供充足的多不饱和脂肪酸和葡萄糖。

SOD 和 CAT 是机体细胞内清除自由基的主要内源性抗氧化物酶。GSH 可清除自由基、去除氢和脂质过氧化物，防止生物分子的氧化[21]。本试验中，饲粮添加中药渣和发酵中药渣对妊娠母猪血浆 SOD 活性未产生显著影响，但能提高妊娠早期血浆 CAT 活性，提示中药渣和发酵中药渣能增强母猪的抗氧化能力，这与其中的抗氧化活性物质的作用有关[22-23]。妊娠后期中药渣组和发酵中药渣组母猪血浆 GSH 含量和 CAT 活性均显著降低，可能与该时期母猪体内发生明显的氧化应激有关[24]，血液中 GSH 和 CAT 用于参与活性氧簇（ROS）的清除而导致其含量相对降低[25]。

4 结 论

饲粮添加中药渣或发酵中药渣对妊娠母猪的繁殖性能无显著影响，但可在一定程度上改善机体代谢，增强抗氧化功能。

参考文献：

[1] 黎智华,祝倩,姬玉娇,等.六种中药渣的营养成分[J].天然研究产物与开发,2017,29(1):91–95.

[2] 马逊风,马宏军,唐占辉,等.中药渣剩余成分分析及利用途径研究[J].东北师大学报:自然科学版,2004,36(2):108–111.

[3] 谭显东,王向东,杨平,等.康宁木霉固态发酵中药渣制备蛋白饲料[J].四川大学学报:工程科学版,2008,40(4):74–79.

[4] WEN Y L,YAN L P,CHEN C S.Effects of fermentation treatment on antioxidant and antimicrobial activities of four common Chinese herbal medicinal residues by *Aspergillus oryzae*[J].Journal of Food and Drug Analysis,2013,21(2):219–226.

[5] 王珊,桑秀妹,高华君,等.金莲花药渣发酵物对小鼠应激能力的影响[J].河北联合大学学报:医学版,2013,15(6):800–801.

[6] 李华伟,王宗俊,祝倩,等.饲粮添加发酵中药渣对母猪繁殖性能与子代生长性能的影响[J].天然产物研究与开发,2016,28(10):1534–1539.

[7] 罗杰,贺晓玉,黄朝翔,等.五味子药渣发酵菌质对仔猪血液生理指标和免疫功能的影响[J].

湖南农业大学学报:自然科学版,2014,40(2):188–191.

[8] 苏家宜,李华伟,黎智华,等.发酵中药渣对断奶仔猪生长性能和肠黏膜形态结构的影响[J].天然产物研究与开发,2016,28(9):1454–1459.

[9] MYATT L,CUI X L.Oxidative stress in the placenta[J].Histochemistry and Cell Biology,2004,122(4):369–382.

[10] SUGINO N,TAKIGUCHI S,UMEKAWA T,et al.Oxidative stress and pregnancy outcome:a workshop report[J].Placenta,2007,28(Suppl.):S48–S50.

[11] 苏家宜,姬玉娇,张婷,等.发酵中药渣对断奶仔猪血浆生化参数和抗氧化指标的影响[J].天然产物研究与开发,2016.http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1335.Q.20160912.1646.006.html

[12] MENG S X,CAO J M,FENG Q,et al.Roles of chlorogenic acid on regulating glucose and lipids metabolism:a review[J].Evidence-based Complementary and Alternative Medicine,2013,2013:801457.

[13] 何道同,王兵,陈珺明.人参皂苷药理作用研究进展[J].辽宁中医药大学学报,2012,14(7):118–121.

[14] CHEW Y L,WONG H C.Gypenosides,the cancer buster from *Gynostemma pentaphyllum* (*Thunb.*) Makino and the apoptotic pathways:a review[J].Oriental Pharmacy and Experimental Medicine,2016,16(3):153–164.

[15] 王志江,魏国栋,马思缇.地黄多糖的化学和药理作用研究进展[J].中国实验方剂学杂志,2015,21(16):231–235.

[16] 李磊,刘畅,图门巴雅尔,等.中药免疫增效剂及其在畜禽养殖业中的应用[J].畜牧与饲料科学,2015,36(11):15–17,30.

[17] 尹富贵,孔祥峰,刘合军,等.中草药对仔猪生长性能和血清生化参数的影响[J].中国科学院研究生院学报,2007,24(2):201–206.

[18] 李建平,单安山,程宝晶,等.五味子、柠檬酸对断奶仔猪血清生化指标和免疫功能的影响[J].中国畜牧杂志,2009,45(17):25–29.

[19] JI F,WU G,BLANTON J R,Jr,et al.Changes in weight and composition in various tissues of pregnant gilts and their nutritional implications[J].Journal of Animal Science,2005,83(2):366–375.

[20] HERRERA E.Lipid metabolism in pregnancy and its consequences in the fetus and

newborn[J].Endocrine,2002,19(1):43–55.

[21] WU G,FANG Y Z,YANG S,et al.Glutathione metabolism and its implications for health[J].The Journal of Nutrition,2004,134(3):489–492.

[22] ZHENG G,QIU Y Y,ZHANG Q F,et al.Chlorogenic acid and caffeine in combination inhibit fat accumulation by regulating hepatic lipid metabolism-related enzymes in mice[J].British Journal of Nutrition,2014,112(6):1034–1040.

[23] LIM S I,CHO C W,CHOI U K,et al.Antioxidant activity and ginsenoside pattern of fermented white ginseng[J].Journal of Ginseng Research,2010,34(3):168–174.

[24] BERCHIERI-RONCHI C B,KIM S W,ZHAO Y,et al.Oxidative stress status of highly prolific sows during gestation and lactation[J].Animal,2011,5(11):1774–1779.

[25] ICHI I,KOJO S.Antioxidants as biomarkers of oxidative stress[M]//ALDINI G,YEUM K J,NIKI E,et al.Biomarkers for antioxidant defense and oxidative damage:principles and practical applications.Singapore:Blackwell Publishing,2010:35–49.

Effects of Fermented Chinese Herb Residues on Reproductive Performance, Plasma Biochemical Parameters and Antioxidant Indices of Pregnant Sows

LI Zhihua[1,2] LI Huawei[2] ZHANG Ting[2] YIN Yulong[2] WANG Deyun[1] KONG Xiangfeng[1,2,3*]

(1. *College of Veterinary Medicine*, *Nanjing Agricultural University*, *Nanjing* 210095, *China*; 2. *Hunan Provincial Engineering Research Center of Healthy Livestock*, *Scientific Observing and Experimental Station of Animal Nutrition and Feed Science in South-Central*, *Ministry of Agriculture*, *Institute of Subtropical Agriculture*, *Chinese Academy of Sciences*, *Changsha* 410125, *China*; 3. *Hunan Co-Innovation Center of Utilizing Plant Functional Components*, *Changsha* 410128, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of fermented Chinese herb residues (CHR) on reproductive performance of pregnant sows, and to explore its mechanism by measuring plasma biochemical parameters and antioxidant indices. A total of 75 Landrace×Large White pregnant sows with 3 to 5 parities and similar body condition and expected date of delivery were randomly allocated to 3 groups with 25 sows per group. The animals in the control group

*Corresponding author, professor, E-mail： nnkxf@isa.ac.cn (责任编辑 菅景颖)

were fed a basal diet, while those in CHR group were fed the basal diet supplemented with 1.5 kg/t CHR, and those in fermented CHR group were fed the basal diet supplemented with 1.5 kg/t fermented CHR. The experiment was throughout the gestational period. The sow numbers of estrus returning, empty, and abortion were recorded, as well as the litter size, alive litter size, and birth litter weight and birth individual weight of piglets. Eight sows per group were randomly selected on days 45, 75 and 114 of pregnancy (day of delivery). The blood was sampled via the ear vein and recovered the plasma for analysis of biochemical parameters and antioxidant indices. The results showed that dietary supplemented with CHR or fermented CHR did not significant affect the reproductive performance of sows (P>0.05). Compared with the control group, the content of plasma total protein in the fermented CHR group was significantly increased on day 114 of pregnancy (P<0.05), and the contents of plasma high density lipoprotein-cholesterol (HDL-C) and low density lipoprotein-cholesterol (LDL-C) in the CHR and fermented CHR groups were significantly increased on day 114 of pregnancy (P<0.05); on day 45 of pregnancy, the activity of plasma catalase (CAT) in the CHR and fermented CHR groups was significantly increased (P<0.05), while the activity of plasma alkaline phosphatase (ALP) in the CHR and fermented CHR groups was significantly decreased (P<0.05). In conclusion, dietary supplemented with 1.5 kg/t fermented CHR not affects the reproductive performance of pregnant sows, but can improve the body metabolism and antioxidant function to a certain extent.

Key words: fermented Chinese herb residues; pregnant sows; reproductive performance; biochemical parameters; antioxidant indices

*Corresponding author, professor, E-mail: nnkxf@isa.ac.cn

（责任编辑　菅景颖）